

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-164431

(43)Date of publication of application : 10.06.2003

(51)Int.Cl.

A61B 5/026
A61B 3/10
A61B 3/12
G01N 21/17
G01P 5/00
G01P 5/20
G06T 1/00
G06T 7/20

(21)Application number : 2001-365419

(71)Applicant : FUJII HITOSHI
KONISHI NAOKI
TOPCON CORP

(22)Date of filing : 30.11.2001

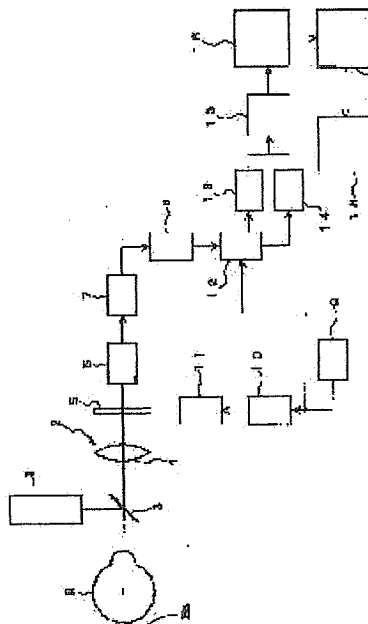
(72)Inventor : FUJII HITOSHI
TAKARA KAZUHIRO

(54) BLOOD FLOW VELOCITY MEASURING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a blood flow velocity measuring apparatus capable of providing an accurate, shape image of the distribution of blood flow velocities by correcting mismatching between a plurality of images used for computation of blood flow velocity.

SOLUTION: The blood flow velocity measuring apparatus comprises a laser beam irradiation system 1 for irradiating corpuscles in a living tissue with laser beams; a light receiving system 2 having a light receiving part 5 consisting of a number of pixels which detect the beams reflected from the living tissue; an image importing part 12 for importing a plurality of images in succession at predetermined time intervals according to signals sent from the light receiving part 5; an image storage part 16 for storing the plurality of images; and a computing part 17 for computing the velocities of blood flow in the living tissue on the basis of the time rate of changes in the signal outputted from each of the pixels corresponding to the plurality of stored images. The computing part has a position mismatch detecting part for detecting information about mismatching between the positions of the plurality of images, correcting the mismatching between the plurality of stored images according to the mismatch information.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.03.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-164431

(P2003-164431A)

(43) 公開日 平成15年6月10日 (2003.6.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーコード* (参考)
A 6 1 B	5/026	G 0 1 N 21/17	A 2 G 0 5 9
	3/10	G 0 1 P 5/00	G 4 C 0 1 7
	3/12		F 5 B 0 5 7
G 0 1 N	21/17	G 0 6 T 1/00	2 9 0 Z 5 L 0 9 6
G 0 1 P	5/00	7/20	B
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-365419(P2001-365419)

(22) 出願日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(71) 出願人 594172167

藤居 仁

福岡県宗像市日の里2丁目26番地8

(71) 出願人 501463317

小西 直樹

福岡県嘉穂郡庄内町仁保232-15

(71) 出願人 000220343

株式会社トプコン

東京都板橋区蓮沼町75番1号

(74) 代理人 100082670

弁理士 西脇 民雄 (外1名)

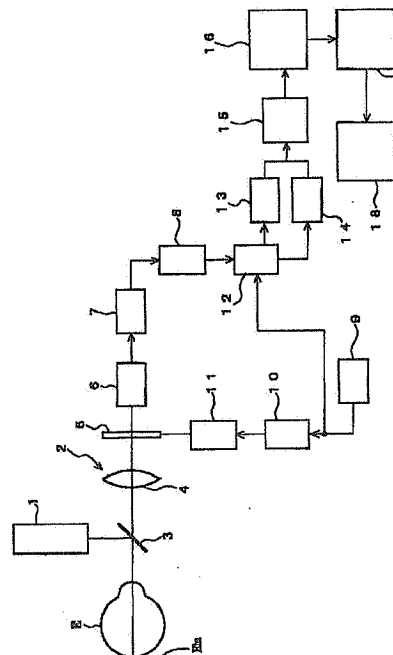
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 血流速度測定装置

(57) 【要約】

【課題】 血流速度を演算するための複数枚の画像のずれを補正し、高精度で鮮明な血流速度分布画像を得ることができる血流速度測定装置を提供する。

【解決手段】 本発明の血流速度測定装置は、生体組織の血球にレーザ光を照射するレーザ光照射系1と、生体組織からの反射光を検出する多数の画素からなる受光部5を有する受光系2と、受光部5からの信号に基づき所定時間間隔で連続的に複数の画像を取り込む画像取り込み部12と、複数の画像を記憶する画像記憶部16と、記憶された複数画像の対応する各画素の出力信号の時間的变化から生体組織内の血流速度を演算する演算部17とからなる血流速度測定装置であり、前記演算部は前記複数画像の相互の位置ずれ情報を検出する位置ずれ検出部を有し、位置ずれ情報に基づき記憶された複数画像の位置ずれを補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 生体組織の血球にレーザ光を照射するレーザ光照射系と、前記生体組織からの反射光を検出する多数の画素からなる受光部を有する受光系と、前記受光部からの信号に基づき所定時間間隔で連続的に複数の画像を取り込む画像取り込み部と、前記複数の画像を記憶する画像記憶部と、該記憶された複数画像の対応する各画素の出力信号の時間的変化から生体組織内の血流速度を演算する演算部とからなる血流速度測定装置において、

前記演算部は前記複数画像の相互の位置ずれ情報を検出する位置ずれ検出部を有し、前記位置ずれ情報に基づき記憶された複数画像の位置ずれを補正することを特徴とする血流速度測定装置。

【請求項2】 前記位置ずれ検出部は、各画素出力を該画素の近傍の複数の画素の出力に基づき演算した値とした暫定マッチング用画像を作成する請求項1に記載の血流速度測定装置。

【請求項3】 前記位置ずれ検出部は、2つの前記暫定マッチング用画像のマッチングをとることにより各画像の相互の位置ずれを検出する請求項2に記載の血流速度測定装置。

【請求項4】 前記画像のマッチングは、一方の画像を他方の画像上でとびとびの所定画素毎に所定ステップ数移動させて各移動ステップで求めた相関値から第1画像移動量を算出する第1測定ステップと、前記第1測定ステップで算出された第1画像移動量を基準として1画素毎に所定ステップ数移動させて各移動ステップで求めた相関値から第2画像移動量を算出する第2測定ステップとからなり、前記第1画像移動量と第2画像移動量とから全体の画像移動量を算出する請求項3に記載の血流速度測定装置。

【請求項5】 前記第1測定ステップは、移動画素数を順次少なくする複数の測定ステップからなる請求項4に記載の血流速度測定装置。

【請求項6】 前記第1測定ステップは、所定間隔離した各画素間で相関をとる請求項4に記載の血流速度測定装置。

【請求項7】 前記受光部は固体撮像素子であり、前記画像取り込み部は、奇数走査線に基づく奇数フィールド画像と偶数走査線の信号に基づく偶数フィールド画像とを1組として取り込み、前記画像記憶部は前記奇数フィールド画像と偶数フィールド画像との組み合わせからなる合成フレーム画像として記憶する請求項1に記載の血流速度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、血球を有する生体組織にレーザ光を照射し、その血球から反射されたスペ

測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、被検眼の眼底等の生体組織の血球にレーザ光を照射して、その血球からの反射光により形成された画像を固体撮像装置（CCD）等のイメージセンサー上に導き、この画像を連続的に所定時間間隔で多数枚取り込み・記憶し、その記憶された多数の画像の中から所定枚数の画像を選択し、各画像の各画素における出力の時間変動量を積算した値を算出し、この値から血球の速度（血流速度）を算出する血流速度測定装置が知られている。

【0003】この種の血流速度測定装置では、各画素の出力変動量が血球の移動速度に対応するので、この算出された各画素の出力変動量値に基づき、生体組織での血流速度分布を二次元画像としてモニター画面上に表示している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この種の血流速度測定装置では、所定数枚の一連の画像について演算を行っているが、これらを取り込む間に測定対象画像の対応する画素の位置関係がずれ、それらを演算した結果、精細な血流速度分布画像を得られないという欠点を有している。

【0005】特に、眼底像をCCD上に導く場合、固視微動或いは眼球の運動の影響により、CCD上に形成される画像は常にその位置が変動し、鮮明な血流速度分布画像を得ることが非常に困難となっている。

【0006】本発明は、この従来の問題点を解決することを目的とし、血流速度を演算するための複数枚の画像のずれを補正し、高精度で鮮明な血流速度分布画像を得ることができる血流速度測定装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の血流速度測定装置は、生体組織の血球にレーザ光を照射するレーザ光照射系と、前記生体組織からの反射光を検出する多数の画素からなる受光部を有する受光系と、前記受光部からの信号に基づき所定時間間隔で連続的に複数の画像を取り込む画像取り込み部と、前記複数の画像を記憶する画像記憶部と、該記憶された複数画像の対応する各画素の出力信号の時間的変化から生体組織内の血流速度を演算する演算部とからなる血流速度測定装置において、前記演算部は前記複数画像の相互の位置ずれ情報を検出する位置ずれ検出部を有し、前記位置ずれ情報に基づき記憶された複数画像の位置ずれを補正することを特徴とする。

【0008】請求項2に記載の血流速度測定装置は、前記位置ずれ検出部が、各画素出力を該画素の近傍の複数の画素の出力に基づき演算した値とした暫定マッチング用画像を作成することを特徴とする。

【0009】請求項3に記載の血流速度測定装置は、前記位置ずれ検出部が、2つの前記暫定マッチング用画像のマッチングをとることにより各画像の相互の位置ずれを検出することを特徴とする。

【0010】請求項4に記載の血流速度測定装置は、前記画像のマッチングが、一方の画像を他方の画像上でとびとびの所定画素毎に所定ステップ数移動させて各移動ステップで求めた相関値から第1画像移動量を算出する第1測定ステップと、前記第1測定ステップで算出された第1画像移動量を基準として1画素毎に所定ステップ数移動させて各移動ステップで求めた相関値から第2画像移動量を算出する第2測定ステップとからなり、前記第1画像移動量と第2画像移動量とから全体の画像移動量を算出することを特徴とする。

【0011】請求項5に記載の血流速度測定装置は、前記第1測定ステップが、移動画素数を順次少なくする複数の測定ステップからなることを特徴とする。

【0012】請求項6に記載の血流速度測定装置は、前記第1測定ステップは、所定間隔離間した各画素間で相関をとることを特徴とする。

【0013】請求項7に記載の血流速度測定装置は、前記受光部が固体撮像素子であり、前記画像取り込み部は、奇数走査線に基づく奇数フィールド画像と偶数走査線の信号に基づく偶数フィールド画像とを1組として取り込み、前記画像記憶部は前記奇数フィールド画像と偶数フィールド画像との組み合わせからなる合成フレーム画像として記憶することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は血流測定装置の光学系の概要を示すもので、1はレーザー照射系、2は受光系、Eは被検眼である。レーザー照射系1のレーザー光は、例えば、ハーフミラー3を介して被検眼Eの生体組織としての例えば眼底Erに照射される。

【0015】受光系2は受光レンズ4、受光部としてのCCD（固体撮像素子）5、増幅回路6を有する。眼底Erからのレーザー反射光は受光レンズ4によりCCD5に生体組織像として結像される。CCD5はその受光面上に多数の画素を有し、受光レンズ4により結像された生体組織像を電気信号に変換し、フレーム蓄積方式で信号電荷を読み出して映像信号として出力する。その映像信号は、信号増幅回路6により増幅され、信号増幅回路6により増幅された映像信号は利得制御等を行うアナログ信号処理手段7に出力され、A/D変換器8によりデジタル信号に変換される。

【0016】9はタイミングパルス発生器であり、10は電子シャッター制御手段、11は固体撮像素子駆動手段であり、タイミングパルス発生器9は電子シャッター制御手段10と信号選択手段12とにタイミングパルスを出力する。固体撮像素子駆動手段11はタイミングパルスに基づき駆動される。

【0017】信号選択手段12にはA/D変換器8によりA/D変換された映像信号としてのデジタル信号が入力され、タイミングパルス発生器9からのタイミングパルスに基づいて、信号選択手段12は、A/D変換器8からの映像信号のうち、偶数フィールドの画像を第1画像記録手段13へ送信し、奇数フィールドの画像を第2画像記録手段14へ送信し、第1画像記録手段13には偶数フィールドの画像が記憶され、第2画像記録手段14には奇数フィールドの画像が記録される。その信号選択手段12、第1画像記録手段13、第2画像記録手段14は、所定時間間隔で複数枚の画像を取り込む画像取り込み部の一部として機能する。

【0018】その第1画像記録手段13、第2画像記録手段14に記録された奇数フィールドの画像データと偶数フィールドの画像データとは、画像合成手段15により合成され、1/30秒間隔で撮影した1フレームの画像データとされ、その1フレームの画像データは画像記憶部としての画像記憶器16に記憶される。

【0019】この画像記憶器16に記憶された画像信号は演算処理部17に inputs され、演算処理部17は、後述する演算処理を行う。なお、18はTVモニターである。

【0020】ところで、複数枚の画像を多数枚撮影する場合、CCD受光面上での生体組織像の位置がずれる。これは、被検眼等に固視微動等があるからである。すなわち、例えば、図2(a)に示すように、画像G0が時刻t0において撮影された画像データであるとして、図2(b)で示す画像G1が時刻t1において撮影された画像データとすると、時刻t0で撮影された画像G0の点g1と時刻t1において撮影された画像G1の点g1'とが対応関係にあるものであるが、CCD5の受光面の画素上での位置がずれている。なお、図2において、破線は、血管の輪郭線g2を示す。なお、時刻t0と時刻t1との時間間隔Δは30分の1秒とする。

【0021】通常、テンプレート法により、二つの画像を重ねて、一方の画像を基準にして他方の画像を順次ずらしてゆき、各画素毎にその差分を求め、その差分の総和を算出して、これらを演算に使用した総画素数で割った値の最小値を画像が一致した状態として求めるものであるが、画像データにはスペックルパターン（スペックル信号）が混在しているので、各画像の輪郭線g2がはっきりせず、画像記憶器16に記憶されている画像データをそのまま用いたとしても、ずれ量Δx、Δyを求めることができない。

【0022】従って、本発明では、まず、演算処理部17は、画像の輪郭線g2の像をはっきりさせて、画像マッチングを容易にするために暫定マッチング画像を作成する。

【0023】図3は、例えばその合成画像G0の一部の領域を示すもので、○は奇数フィールドの画像に相当す

る走査線、 E は偶数フィールドの画像に相当する走査線である。この合成画像 $G0$ から奇数フィールドにおける暫定マッチング用画像と、偶数フィールドにおける暫定マッチング用画像とをそれぞれ演算する。この演算は演算処理部17の位置ずれ検出部によって行う。

【0024】いま、偶数フィールドの暫定マッチング用画像を演算により求める場合について説明する。

【0025】図3に示す p_{ij} の画素について演算を行う場合には、画素 p_{ij} を中心として縦方向と横方向とについて一画素おきの画素 $p_{ij1} \sim p_{ij8}$ の8個の出力値(画素値)に基づいて演算を行う。なお、画素 p_{ij} の()内の文字はその画素の出力値(グレイスケール値)を表す。

【0026】すなわち、縦方向については、奇数の走査線の画素を飛ばして一つおきの画素 p_{ij1} 、 p_{ij2} 、 p_{ij3} 、 p_{ij4} の出力値を用い、横方向については、一画素を飛ばして一つおきの画素 p_{ij5} 、 p_{ij6} 、 p_{ij7} 、 p_{ij8} の出力値を用いて演算を行う。

【0027】その演算式は以下の通りである。

【0028】 $x = (x+a) + (x+b) + \dots + (x+h) / |x-a| + |x-b| + \dots + |x-h|$
この x 値が暫定マッチング用画像の p_{ij} 画像の出力となる。

【0029】この式に基づいて、偶数フィールドについて、 $i=0$ 、 $j=0$ の第1番目の画素から $i=n$ 、 $j=m$ の最後の画素までについて行う。

【0030】奇数フィールドの暫定マッチング用画像を演算により求める場合についても、同様に上記式を用いる。

【0031】このようにして、時刻 t_0 において撮影された画像に対応する暫定マッチング用の合成画像が求められる。同様に、時刻 t_1 において撮影された画像に対応する暫定マッチング用の合成画像が求められ、画像記録部16に記憶された残りの複数枚の合成画像についても、同様の処理によって暫定マッチング用画像が求められる。

【0032】この一連の暫定マッチング用画像の作成処理によって、スペックルパターンが大略除去されて、輪郭線 g_2 が浮き上がった暫定マッチング用画像が得られる。

【0033】すなわち、位置ずれ検出部は、その各画素の出力を、その各画素近傍の出力に基づいて補正し、これによって、輪郭線が強調される。

【0034】次に、これらの暫定マッチング用画像に基づいて、所定時間間隔毎の複数枚の画像の移動量を測定する方法について述べる。

【0035】図4は、時間間隔 Δ (1/30秒間隔)での2枚の暫定マッチング用画像 $G0'$ と暫定マッチング用画像 $G1'$ とを示している。暫定マッチング用画像 $G0'$

の各画素の番地と暫定マッチング用画像 $G1'$ の番地とが一致しているときを基準位置とする。

【0036】ここでは、この2つの暫定マッチング用画像の相関が最も高い位置を求め、暫定マッチング用画像の移動量(ずれ量)を求めるテンプレート手法を採用する。このテンプレート手法では、一方の画像を他方の画像上で所定ステップ毎に移動させ、それぞれの位置での画像の相関度を求める。

【0037】この相関度を検出する際、例えば、移動させた位置での2つの画像の対応する各画素の出力の差の積算値を求め、この積算に用いた画素の個数で割り算したものをを用いる。この積算値が小さいほど、相関度が高いと判定される。ここで精度の高いマッチングを行う場合、1画素分づつ移動させて画像の全ての各画素での出力の差の絶対値の積算値を算出して1画素での精度でのマッチングを行うことが必要であるが、この演算を行うと極めて膨大な演算を必要とするため、本実施例では、下記の順序でマッチングを行い、演算量を少なくしている。

(1) 出力の差の積算値を求めるための画素は、図5に拡大して示すように、4画素刻みとし、4画素刻みで演算に用いる画素を選択する。ここでは、基準位置での演算に用いる画素が斜線で示されている。例えば、画素の番地($g0, 0$)を演算に用いるとすると、 x 方向について次ぎに演算に用いる画素の番地は($g4, 0$)であり、 y 方向について次ぎに演算に用いる画素の番地は($g0, 4$)であり、一般に演算に用いる画素の番地は($gi+4, j+4$)である。

【0038】また、画像の移動ステップ幅 W は、図6に示すように、基準位置 O を基準に8画素刻みとする。画像の移動のステップ数は基準位置 O を基準としてプラスマイナス12ステップとする。例えば、図6(a)に示すように、暫定マッチング用画像 $G1'$ を右横方向(+ x 方向)に8画素刻みに移動させることを12回繰り返し、次いで、基準位置 O に戻って暫定マッチング用画像 $G1'$ を左横方向(- x 方向)に8画素刻みに移動させることを12回繰り返した後、図6(b)に示すように、暫定マッチング用画像 $G1'$ を下縦方向(+ y 方向)に8画素刻み移動させる。次いで、暫定マッチング用画像 $G1'$ を右横方向(+ x 方向)に8画素刻みに移動させることを12回繰り返し、基準位置 O に戻って暫定マッチング用画像 $G1'$ を左横方向(- x 方向)に8画素刻みに移動させることを12回繰り返す。この暫定マッチング用画像 $G1'$ の8画素刻みの移動を+ y 方向に12回、- y 方向に12回繰り返すと、総計625回(=25×25)の移動処理が行われる。

【0039】そして、暫定マッチング用画像 $G1'$ の各移動ステップ位置で、4画素刻みのそれぞれの各画素の出力の差の積算値を計算し、その積算値を演算に用いた画素数で割り算する。そして、その積算値の割り算値の

うち最小(最も相関度が高い)ものの方(小さい方)から5点の移動位置を選んで、その5点の平均移動位置を算出する。この平均移動位置を Δx_0 、 Δy_0 とする。これによって、大まかな移動量(ズレ量)を把握できる。

【0040】暫定マッチング用画像 G_0' 、 G_1' を使用し、画像同士の対応関係をつけやすくなっているの、相関量の検出が容易となっている。

【0041】この平均移動位置 Δx_0 、 Δy_0 を基準位置とする。

(2) 次いで、出力の差の積算値を求めるための画素を、図7に拡大して示すように、3画素刻みとし、3画素刻みで演算に用いる画素を選択する。その図7において、ハッチングは相関の演算に用いる画素を示す。

【0042】画像の移動ステップ幅 W は、図8に示すように6画素刻みとする。移動のステップ数は項目(1)で算出した平均移動位置(Δx 、 Δy)を基準位置としてプラスマイナス14ステップとする。

【0043】項目(1)で述べたと同様に、この移動ステップ幅 W でプラスマイナス4ステップ数(総計81ステップ)で移動させ、各移動位置で、3画素刻みの各の各画素の出力の差の積算値を計算し、その積算値を演算に用いた画素数で割り算する、その積算値の割り算値の最小(最も相関度が高い)ものの方(小さい方)から5点の移動位置を選んで、その5点の平均移動位置を算出する。この平均移動位置を Δx_1 、 Δy_2 とする。これによって、項目(1)で粗く求めたズレ量よりもより精度の良好なズレ量を求めることができる。この平均移動位置を基準位置(Δx_1 、 Δy_2)とする。

(3) 出力の差の積算値を求めるための画素は、すべての画素として、画像の移動ステップ幅 W は、3画素刻みとする。

【0044】この移動ステップ幅 W で、同様にプラスマイナス4ステップ数(総計81ステップ)で移動させ、各移動位置で、項目(2)で算出した平均移動位置(Δx_1 、 Δy_1)を基準位置として全各画素の出力の差の積算値を計算し、その積算値を演算に用いた画素数で割り算する。その積算値の割り算値のうち最小(最も相関度が高い)ものの方(小さい方)から5点の移動位置を選んで、その5点の平均移動位置を算出する。この平均移動位置を Δx_3 、 Δy_3 とする。

【0045】項目(1)ないし項目(3)の処理を、第1画像移動量を算出する第1測定ステップといい、第1測定ステップでは飛び飛びに所定ステップ数暫定マッチング用画像を移動させて、相関量(画像のずれ量)が求められる。

(4) 出力の差の積算値を求めるための画素は、全画素として、画像の移動ステップ幅 W は1画素刻みとする。

【0046】この移動ステップ幅 W で同様にプラスマイナス6ステップ数(総計169ステップ)で移動させ、各移動位置で、すべての各画素の出力の差の積算値を計算

し、その積算値を演算に用いた画素数で割り算する。その積算値のうち最小値(最も相関度が高い)を選んで移動量を算出する。この移動位置を Δx_4 、 Δy_4 とする。

【0047】この項目(4)の処理を、第2画像移動量を算出する第2測定ステップといい、第2測定ステップでは、1画素毎に暫定マッチング用画像 G_1' を移動させて相関量(画像のずれ量)が求められる。

【0048】このように、漸次サーチ範囲を狭くしながら画像の移動量(ズレ量)を順次算出し、最終的には、精密な画像移動量 $\Delta X = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \Delta x_4$ 、 $\Delta Y = \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \Delta y_4$ が算出される。

【0049】なお、 $\Delta x_1 \sim \Delta x_4$ 、 $\Delta y_1 \sim \Delta y_4$ は正負の符号を含むものとする。

【0050】以上の例では、暫定マッチング用画像の2つの画像についてその移動量(ズレ量)を算出する方法について述べたが、同様の手法により、下記記載する画像に基づき移動量を求めることができる。

【0051】最初に偶数フィールド画像の暫定マッチング用画像の移動量(ズレ量)を求める。

20 ①最初の偶数フィールドでの暫定マッチング用画像 E_1 を基準として、次の偶数フィールドの暫定マッチング用画像 E_2 の移動量(ズレ量)を算出する。

②偶数フィールドでの暫定マッチング用画像 E_2 を基準として、次の偶数フィールドにおける暫定マッチング用画像 E_3 の移動量(ズレ量)を算出する。

③ 以下、同様に移動量(ズレ量)の算出を行い、この算出結果から、暫定マッチング用画像 E_1 を基準とした各 E_2 、 \dots 、 E_n の画像の移動量(ズレ量)を算出する。

30 【0052】次に、奇数フィールド画像の暫定マッチング用画像の移動量(ズレ量)を算出する。

①最初の偶数フィールドでの暫定画像 E_1 を基準として、最初の奇数フィールドの暫定マッチング画像 O_1 の移動量(ズレ量)を算出する。

②次いで、奇数フィールドの暫定マッチング用画像 O_1 を基準として次の奇数フィールドでの暫定マッチング用画像 O_2 の移動量(ズレ量)を算出する。

40 ③次いで、奇数フィールドでの暫定マッチング用画像 O_2 を基準として、次の奇数フィールドでの暫定マッチング用画像 O_3 の移動量(ズレ量)を算出する。

【0053】以下、同様に奇数フィールドでの移動量(ズレ量)の算出を行い、この算出結果から、最初の偶数フィールド画像 E_0 を基準とする各奇数フィールドでの暫定マッチング用画像 O_1 、 \dots 、 O_n の画像の移動量(ズレ量)を算出する。

【0054】この算出により、1つの基準画像、ここでは、偶数フィールドでの暫定マッチング用画像 E_1 を基準として、奇数フィールド、偶数フィールド毎に記憶された全ての暫定マッチング用画像の移動量(ズレ量)が算出される。

【0055】この暫定マッチング用画像を用いて算出された移動量（ズレ量）に基づき、画像記録器16に記憶されている1つの画像を基準として、残りの各複数画像の位置関係が座標変換され、像の移動量（ズレ量）が補正された複数画像を得ることができる。すなわち、画像記録器16に記憶されている複数の画像の移動量（相対的ズレ量）が補正される。

【0056】この像の移動量（ズレ量）が補正されてかつ座標変換された複数の画像情報に基づき、血流速度は、下記式で演算される。

$$I(m, n) = \frac{\sum_{k=1}^N |I_{k+1}(m, n) - I_k(m, n)|}{(\sum_{k=1}^N (I_{k+1}(m, n) + I_k(m, n))) / 2}$$

【0059】この演算式において、分母は各画素の出力値をノーマライズ化するもので、これにより、血管部の反射率の差に起因する要因は除去され、AD値はスペckルの変動量、すなわち、血流速度の関数となる。このAD値は血流の速度を示す。

【0060】このAD値の演算は各画素毎に行い、この演算で求めた各画素でのAD値に基づいて、二次元的に血流速度が例えばTVモニター18に表示される。

【0061】なお、この演算式については、特開平8-112262号により公知である。

【0062】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成したので、血流速度の演算に用いる複数枚の画像の位置ズレを補正し、高精度で鮮明な血流速度分布画像を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の血流速度測定装置の要部構成を示す図である。

【図2】 図1に示す画像記録部に記録された画像の一例を示す説明図であって、(a)はある時刻において撮影された眼底像を示し、(b)は他の時刻において撮影された眼底像を示し、(a)に示す画像と(b)に示す画像とでその位置関係がずれていることを示している。

【図3】 図2(a)に示す画像に基づき暫定マッチング用画像G0'、G1'を作成するとき用いる画素の説明図である。

【図4】 図3に示す画素を用いて作成された暫定マッチング用画像G0'、G1'とを基準位置で重ね合わせた状態を示す図である。

*【0057】すなわち、1秒間に例えば60フレーム分の速度で連続的に画像記録器16に連続的に複数個のフレームが記憶されているものとする。記憶された画像情報に基づき固体撮像素子5の(m, n)番目の画素について、k回目の出力を $I_k(m, n)$ とし、k+1回目の出力を $I_{k+1}(m, n)$ とすると、下記数1式に基づいて、各画素におけるスペckルの変動率を積算したAD値（平均差異）を演算する。

【0058】

*10 【数1】

【図5】 暫定マッチング用画像に基づきズレ量を算出するのに使用する画素の一例を示す説明図であって、ズレ量を算出する画素を4画素毎にした例を示している。

【図6】 暫定マッチング用画像に基づきズレ量を算出する場合の画像のずらし方の説明図で、(a)は暫定マッチング用画像G1'を暫定マッチング用画像G0'に対して右に8画素毎にずらしている状態を示し、(b)は暫定マッチング用画像G1'を暫定マッチング用画像G0'に対して下に8画素ずらした後、右に8画素毎にずらしている状態を示している。

【図7】 暫定マッチング用画像に基づきズレ量を算出するのに使用する画素の一例を示す説明図であって、ズレ量を算出する画素を3画素毎にした例を示している。

【図8】 暫定マッチング用画像に基づきズレ量を算出する場合の画像のずらし方の説明図で、先に演算で求めた平均ズレ量を基準位置として、暫定マッチング用画像G1'を暫定マッチング用画像G0'に対して右に6画素毎にずらしている状態を示す説明図である。

【符号の説明】

1…レーザー照射系

2…受光系

5…CCD（受光部）

12…信号選択手段（画像取り込み部）

13…第1画像記録手段（画像取り込み部）

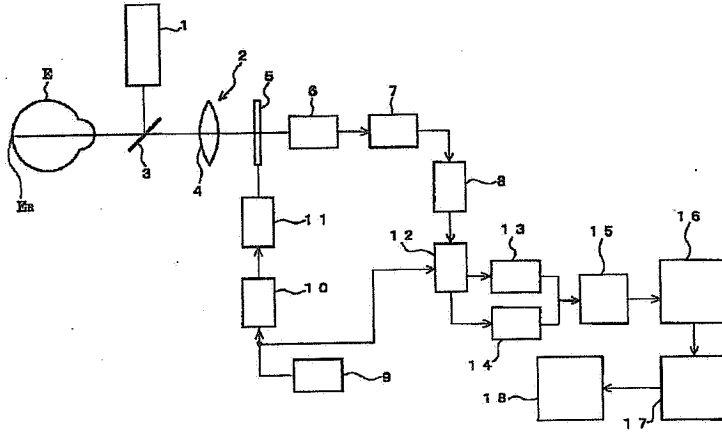
14…第2画像記録手段（画像取り込み部）

15…画像合成手段（画像取り込み部）

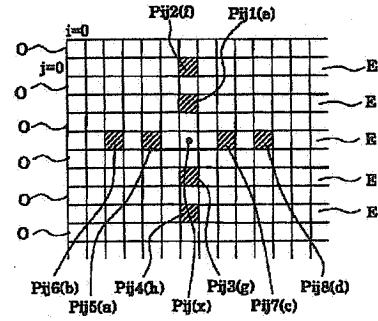
16…画像記録器（画像記憶部）

40 17…演算部

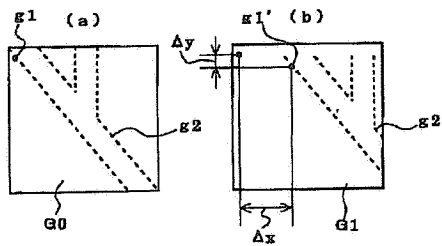
【図1】



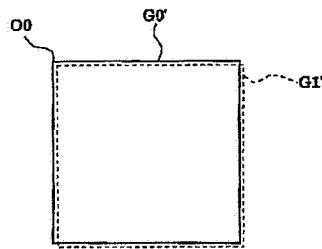
【図3】



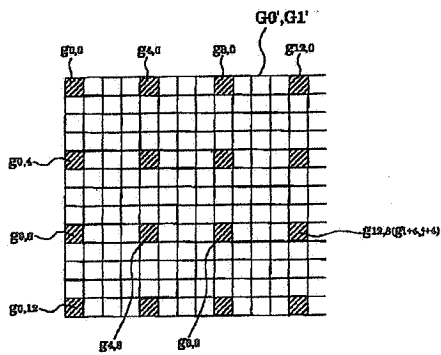
【図2】



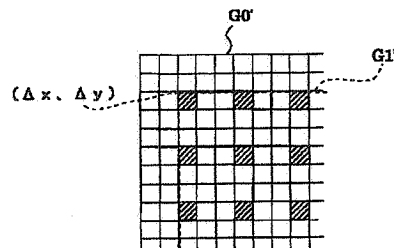
【図4】



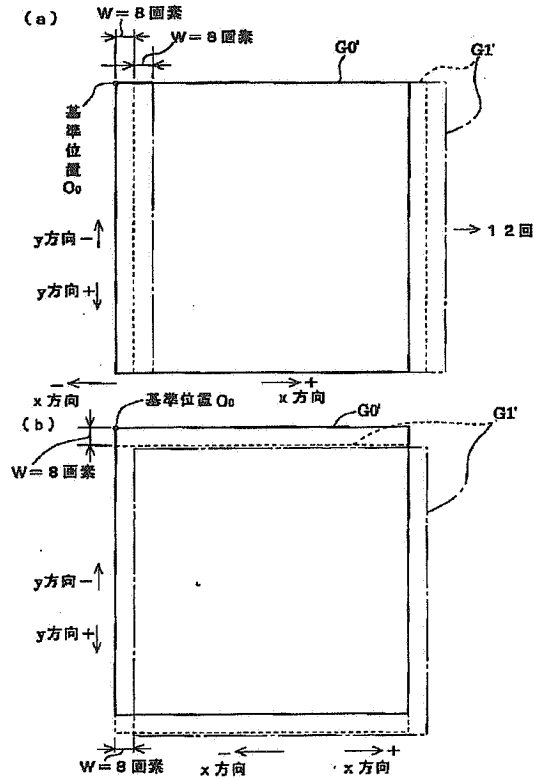
【図5】



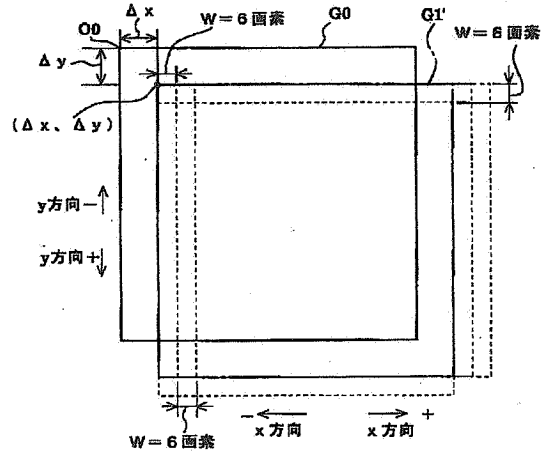
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

G 0 1 P 5/20

G 0 6 T 1/00

7/20

2 9 0

F I

A 6 1 B 5/02

3/12

3/10

テーマコード(参考)

3 4 0 D

E

R

(72)発明者 藤居 仁

福岡県宗像市日の里2丁目26番8

(72)発明者 高良 一弘

福岡県福岡市早良区南庄4丁目12-201号

F ターム(参考) 2G059 AA05 BB12 BB13 CC16 EE02

FF01 GG01 JJ11 KK04 MM01

MM03 MM05 MM09 MM10 PP04

4C017 AA11 AB07 AC28 BC01 BC11

CC03 FF30

5B057 AA07 BA02 CA12 CA16 DB02

DC02 DC32

5L096 BA06 BA13 CA02 GA08 HA04